

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001148350
PUBLICATION DATE : 29-05-01

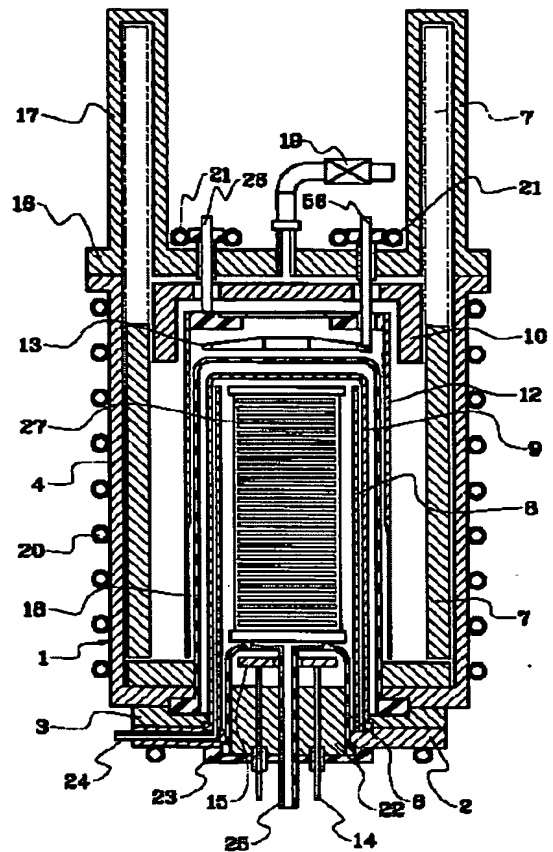
APPLICATION DATE : 22-11-99
APPLICATION NUMBER : 11331009

APPLICANT : SUKEGAWA ELECTRIC CO LTD;

INVENTOR : MIURA KUNIAKI;

INT.CL. : H01L 21/22 C23C 16/46 H01L 21/205

TITLE : VERTICAL HEATER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To heat a semiconductor wafer in many stages of a boat 27 at a uniform temperature on both surface and stepwise directions.

SOLUTION: The vertical heater comprises tubes 8, 9 made of a chemically and thermally stable material surrounding a space for containing a heat treated material to be heated from the circumference, and heaters 12, 13, 15 for heating the interiors of the tubes 8, 9. The heaters 12, 13, 15 have the first heater 12 disposed to surround the circumference of the material in a cylindrical state, the second heater 13 disposed oppositely on the material, and the third heater 15 disposed oppositely under the material.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-148350

(P2001-148350A)

(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

H 0 1 L 21/22

5 1 1

H 0 1 L 21/22

5 1 1 A

4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/46

C 2 3 C 16/46

5 F 0 4 5

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平11-331009

(22) 出願日

平成11年11月22日 (1999. 11. 22)

(71) 出願人 000183945

助川電気工業株式会社

茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号

(72) 発明者 渡辺 文夫

茨城県つくば市上横場2157-1 助川電気
工業株式会社つくば研究室内

(72) 発明者 芳賀 重崇

茨城県高萩市上手綱字朝山 助川電気工業
株式会社高萩工場内

(74) 代理人 100081927

弁理士 北條 和由

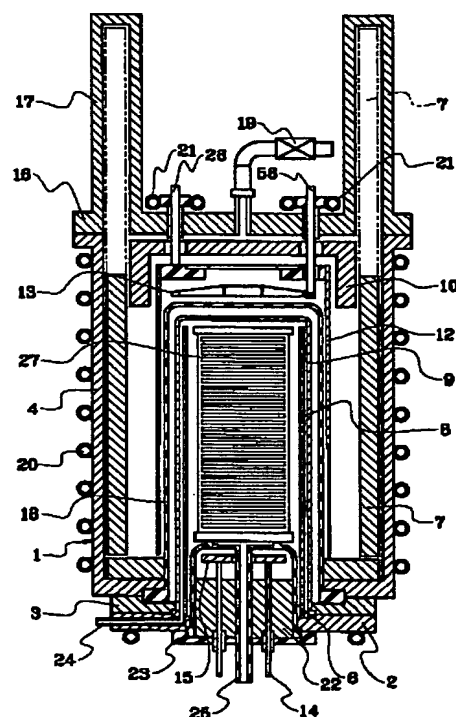
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 縦型加熱装置

(57) 【要約】

【課題】 ボート27の多くの段で半導体ウエハを、面方向及び段方向の双方において均一な温度に加熱する。

【解決手段】 縦型加熱装置は、加熱処理される加熱物が収納される空間を周囲から囲む化学的、熱的に安定した材料からなるチューブ8、9と、このチューブ8、9の内部を加熱するヒータ12、13、15とを有する。ここで、前記ヒータ12、13、15は、加熱物の周囲を円筒状に囲んで配置した第一のヒータ12と、加熱物の上に対向して配置した第二のヒータ13と、加熱物の下に対向して配置した第三のヒータ15からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱処理される加熱物が収納される空間を周囲から囲むように立設された円筒形の化学的、熱的に安定した材料からなるチューブ(8)、(9)と、このチューブ(8)、(9)の内部を加熱するヒータ(12)、(13)、(15)とを有する縦型加熱装置において、前記ヒータ(12)、(13)、(15)は、加熱物の周囲を円筒状に囲んで配置した第一のヒータ(12)と、加熱物の上に対向して配置した第二のヒータ(13)と、加熱物の下に対向して配置した第三のヒータ(15)からなることを特徴とする縦型加熱装置。

【請求項2】 前記加熱物の周囲にある第一のヒータ(12)は、長尺板状のU字形に連なったヒータ部材(31)が円周方向に並べて複数本配置され、且つ閉じたサークル状に順次直列に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の縦型加熱装置。

【請求項3】 前記加熱物の周囲にある第一のヒータ(12)は、互いに離れた3つの位置に設けた電極(36)により、三相結線されていることを特徴とする請求項2に記載の縦型加熱装置。

【請求項4】 前記加熱物の上に対向するよう配置した第二のヒータ(13)は、円板形のヒータ部材(51)の内周と外周から円周方向に交互に放射状にスリット(53)、(54)を入れてリング状に連続していることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の縦型加熱装置。

【請求項5】 前記加熱物の上に配置した第二のヒータ(13)は、互いに離れた3つの位置に設けた電極(56)により、三相結線されていることを特徴とする請求項4に記載の縦型加熱装置。

【請求項6】 加熱物の上に配置した第二のヒータ(13)は、内周から外周に向かってその断面を薄くすることによって電気抵抗が均一化されていることを特徴とする請求項4または5に記載の縦型加熱装置。

【請求項7】 前記加熱物の下に配置した第三のヒータ(15)は、円板形のヒータ部材(61)の内周と外周から円周方向に交互に放射状にスリット(63)、(64)を入れてリング状に連続していることを特徴とする請求項1～6の何れかに記載の縦型加熱装置。

【請求項8】 前記加熱物の下に対向するよう配置した第三のヒータ(15)は、互いに離れた3つの位置に設けた電極(66)により、三相結線されていることを特徴とする請求項6または7に記載の縦型加熱装置。

【請求項9】 前記加熱物の下に対向するよう配置した第三のヒータ(15)は、チューブ(8)、(9)の下端を封止し、加熱物側を有する空間と気密に仕切られたキャップ(6)の内部に収納されていることを特徴とする請求項1～9の何れかに記載の縦型加熱装置。

【請求項10】 キャップ(6)の内部には、そこに収納された第三のヒータ(15)を外側に対して断熱する

断熱部材(22)が収納されていることを特徴とする請求項10に記載の縦型加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、縦に長い単体加熱物または縦に積層された複数の加熱物を、その周囲から加熱する縦型加熱装置に関し、例えば、半導体ウエハを縦に積層した状態で熱CVD処理を行うため、それら半導体ウエハを周囲から均一に加熱することを目的とした縦型加熱装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造プロセスにおけるキーテクノロジーは、高精度な熱コントロールである。大型集積回路(超LSI)のますますの微細化と高速化、さらには低コスト化が要求されるに伴って、超LSIの製造プロセスで形成される薄膜は、さらに薄く、高品位が要求されるようになってきている。

【0003】半導体製造装置の中でも最も古くから主要装置として使われてきているバッチ式熱拡散装置(縦型拡散装置)においても、次のような特性条件が求められている。

(オ)処理温度は800～1100℃と高温、(カ)面内温度分布が±3℃以下、(キ)処理温度が高いので重金属汚染が一切ないこと、(ク)昇温降温速度100℃/min以上が望めること、(ケ)エコロジーの観点から省電力型でなければならないこと、

【0004】多数枚(100枚以上)の半導体ウエハを一度に処理する拡散装置は、プロセス技術の発達の初期段階においては、多数の半導体ウエハをボート上に縦向きに並べる横型から発達した。しかし、半導体ウエハの大口径化と、クリーンルーム内に占める床面積を最小にするために途中から縦型拡散装置が多用されるようになった。この縦型拡散装置は、ラック状のボートに半導体ウエハを5～6mm間隔に積層し、その周囲からウエハを加熱し、そこに反応ガスを導入し、熱CVDの手段で処理するものである。

【0005】この縦型拡散装置は、アウターチューブと称される石英または金属シリコンを含浸させた炭化ケイ素焼結体の反応管の中に、ガス流路を形成するためインナーチューブと称される周面に小さな穴を多数開けた石英または炭化ケイ素焼結体のパイプを配置し、このインナーチューブの中にボートが配置される構造になっている。反応性ガスはアウターチューブとインナーチューブの間の隙間を流れ、半導体ウエハ上にドーパントが拡散し、或いは熱-化学反応によって薄膜が形成される。アウターチューブの外側は、一般に大気圧となっており、所定の温度を得るため、アウターチューブを囲むように配置された断熱材の内側に発熱線を配線した電気炉が構成されている。

【0006】

【発明が解決しようとしている課題】この縦型拡散装置は上下に長く、またヒータは大気中に配置されるため、幾つかの欠点がある。例えば、アウターチューブの上端や下端から放出される熱により、特にアウターチューブの上端や下端に近い部分のボートに搭載された半導体ウエハがその間の半導体ウエハより温度が低くなり、ボートの段によって温度の部分的なむらが発生する。

【0007】そのため、均一な温度が確保される部分よりボートの長さを長くし、さらにはボートの余分な長さの部分にダミーの半導体ウエハを装填し、これらのダミーのウエハを熱リフレクタとして使用する等の手段が採用されている。この結果、必要以上に長いボートに多数のダミーウエハを装填する必要があり、装置の高さが高くなる等の課題があった。

【0008】本発明は、このような従来の縦型拡散装置における課題に鑑み、ボートの多くの段で半導体ウエハを、面方向及び段方向の双方において均一な温度に加熱することができ、従ってダミーの半導体ウエハを使用せずに半導体ウエハを加熱処理することが可能な縦型加熱装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明では、前記の目的を達成するため、ボード27の周囲を加熱するヒータ12だけでなく、ボード27の上端と下端側にもヒータ13、15を配置し、これにより、ボード27の上端から下端にわたって、全ての段において半導体ウエハを均一に加熱できるようにしたものである。

【0010】本発明による縦型加熱装置は、加熱処理される加熱物が収納される空間を周囲から囲む化学的、熱的に安定した材料からなるチューブ8、9と、このチューブ8、9の内部を加熱するヒータ12、13、15とを有する。ここで、前記ヒータ12、13、15は、加熱物の周囲を円筒状に囲んで配置した第一のヒータ12と、加熱物の上に対向して配置した第二のヒータ13と、加熱物の下に対向して配置した第三のヒータ15からなる。

【0011】加熱物の周囲を円筒状に囲む第一のヒータ12は、加熱物を加熱するメインヒータとして機能する。これに対して、加熱物のそれぞれ上と下に対向するよう配置した第二と第三のヒータ13、15は、それぞれ加熱物の上面と下面側から逃げる熱を補充し、加熱物の縦方向の温度分布において、その両端での温度降下を補償する。これにより、加熱物の上から下にわたって加熱温度を均一にすることができる。

【0012】前記加熱物の外周面を囲む第一のヒータ12は、長尺板状のU字形に連なったヒータ部材31が円周方向に並べて複数本配置され、且つ閉じたサークル状に順次直列に接続されている。このような円筒形のヒータ12は、グラファイトヒータの成形体により、ヒータ部材31を閉じたサークル状に接続することができる。

そして、このヒータ部材31を接続する結線回路の離れた3つの位置に電極36を設けることにより、トライアングル状の三相結線ヒータを構成することができ、安価な商用三相電源からヒータ12に電力を供給することが可能となる。

【0013】このような円筒形の第一のヒータ12のような円筒状の面発熱ヒータでは、円周方向の温度のばらつきが $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 以下という均熱性が得られる。そして、面発熱で高電気抵抗を有するヒータ部材31を得るには、極めて薄いヒータ部材31としなければならない。この点について、ヒータ部材31を上から下に吊り下げるようにして円筒状に配置することにより、ごく薄いヒータ部材31でも容易に円筒形に配置することができる。

【0014】またこのような第一のヒータ12の構造においては、前記ヒータ部材31、31の一部をトリミングすることにより、部分的な電気抵抗を調整することができる。すなわち、ヒータ部材31、31のトリミングされた部分では、トリミングされていない部分より電気の流れに対して直交する断面の面積が小さくなるため、抵抗が大きくなり、発熱量が増大する。

【0015】前記加熱物のそれぞれ上と下に対向するよう配置した第二と第三のヒータ13、15は、円板形のヒータ部材51、61の内周と外周から円周方向に交互に放射状にスリット53、54、63、64を入れてリング状に連続している。このような円板状のヒータ部材51、61は、グラファイトヒータ等の成形体により、ヒータ部材51、61を閉じたサークル状に接続することができる。そして、このヒータ部材51、61の互いに離れた3つの位置に電極56、66を設けることにより、トライアングル状の三相結線ヒータを構成することができ、安価な商用三相電源からヒータ13、15に電力を供給することが可能となる。

【0016】このようなヒータ13の構造において、ヒータ13の内周から外周に向かってその断面を薄くすることによって、その電気抵抗を調整することができる。すなわち、円板形のヒータ部材51の内周と外周から円周方向に交互に放射状にスリット53、54を入れてヒータ13を構成した場合、ヒータ部材51の内周側に比べて外周側のスリット53、54の間の幅が広くなる。その分だけヒータ部材51の内周側より外周側の厚さを薄くすることにより、ヒータ部材51の内周側と外周側との電流の流れと直交する断面の面積を概ね均等に調整し、発熱量のばらつきを解消することができる。

【0017】さらに、前記加熱物の下面に対向するよう配置した第三のヒータ15は、チューブ8、9の下端を封止し、加熱物を有する空間と気密に仕切られたキャップ6の内部に収納する。こうすることにより、第三のヒータ15側から加熱物を有する空間側に塵等が進入するのを防止することができる。さらに、キャップ6の内部

に、そこに収納された第三のヒータ15を外部に対して断熱する断熱部材22を収納し、断熱効果を高めることもできる。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について、具体的に詳細に説明する。図1は、本発明による縦型加熱装置の全体を示しており、ラック状のボート27に円板形の半導体ウエハである加熱物を装填し、この加熱物を上下に間隔をあけて並べて保持した状態で熱CVD処理する縦型拡散装置に縦型加熱装置を適用した例である。

【0019】容器1は、全体として円筒形の周壁4を有し、この周壁4の上面が蓋体16により気密に閉じられている。さらに周壁4の下端面は、リング状の継手3を介して底板2の上面外周部分に気密に接合されている。容器1の周壁4や蓋体16は、アルミニウム等の熱伝導が良好な金属により形成され、特に周壁4の内面には、グラファイト塗装等、輻射熱を吸収しやすいような表面処理が施されている。

【0020】容器1の底板2の中央部は開口しており、ここに石英や金属シリコンを含浸させた炭化ケイ素等の化学的に安定な材料からなるキャップ6を気密に嵌め込み、さらにこれをキャップ封止蓋23で気密に閉じている。ボート27は、このキャップ6の上に立設されている。

【0021】前記底板2から円筒形のインナーチューブ8が立設され、このインナーチューブ8が前記ボート27をその周囲から囲む。このインナーチューブ8は、石英または金属シリコンを含浸させた炭化ケイ素焼結体等の化学的、熱的に安定した材料で形成されている。このインナーチューブ8の周壁には多数の通孔が開設され、インナーチューブ8の上端は開口している。

【0022】容器1の外面には、冷却パイプ20が取り付けられ、この冷却パイプ20に流通する水、その他の冷却液により、容器1が冷却されるようになっている。容器1の蓋体16には、真空バルブ19を介して真空ポンプ（図示せず）が接続されている。

【0023】容器1の前記底板2と継手3の間に、アウターチューブ9の下端部から外側に張り出したフランジが気密に挟持され、これによってボート27及びインナーチューブ8の周囲と上面を囲むように、アウターチューブ9が容器1の内部に立設されている。このアウターチューブ9は、インナーチューブ8と同様に石英または金属シリコンを含浸させた炭化ケイ素焼結体等の化学的、熱的に安定した材料で形成されている。

【0024】アウターチューブ9は上端を閉じた円筒形を呈し、その下端部のフランジは、容器1の周壁4の下端部と継手2との間に気密に挟持されている。このため、アウターチューブ9は、前記ボート27及びインナーチューブ8の周囲を気密に囲み、その内側に気密な空

間を形成している。

【0025】前記容器1の底板2には、インナーチューブ8とアウターチューブ9との間の空間に反応ガスを導入する反応ガス導入口24と、インナーチューブ8の内側の空間から反応ガスを排出する反応ガス排出口25とが設けられている。図示の例では、反応ガス排出口25が前記キャップ6と一体になっており、且つ同キャップ6の中央を貫通して設けられている。また、この反応ガス排出口25を通して、真空ポンプ（図示せず）により、アウターチューブ9の内部からガス分子を排除することにより、アウターチューブ9の内側の空間が真空状態とされる。

【0026】容器1の周壁4の下端と前記継手3の間に、ダストシールド18の下端部から外側に張り出したフランジが気密に挟持され、これによってアウターチューブ9の周囲と上面を囲むように、ダストシールド18が容器1の内部に立設されている。このダストシールド18は、インナーチューブ8やアウターチューブ9と同様に、石英または金属シリコンを含浸させた炭化ケイ素焼結体等の化学的、熱的に安定した材料で形成されている。このダストシールド18の外側は、容器1と共に気密な空間を形成している。前記真空バルブ19を介して蓋体16に接続した真空ポンプにより、ダストシールド18の外側の空間を真空とすることができる。

【0027】なお、ダストシールド18の外側の空間を真空とするのは、真空断熱効果を得るのと、ヒータ12、13や容器1の酸化を防止するためであるが、断熱部材7、10により十分な断熱効果が得られ、ヒータ12、13や容器1の酸化が問題とならない場合は、その空間を真空とすることは必ずしも必要ではない。

【0028】容器1内にあって、前記のダストシールド18の周囲には、ヒータ12、13が配置されている。ダストシールド18の周囲には、円筒形の第一のヒータ12が配置され、この第一のヒータ12は、ダストシールド18の周囲を円筒状に囲んでいる。後述するように、この第一のヒータ12の3本の端子26を絶縁した状態で容器1の外に取り出し、電源（図示せず）に接続する。端子26は、冷却パイプ21により冷却される。

【0029】また、ダストシールド18の上端面には、円板状の第二のヒータ13が対向している。後述するように、この第二のヒータ13の3本の端子56を絶縁状態で容器1の外に取り出し、電源（図示せず）に接続する。この端子56もまた、冷却パイプ21により冷却される。

【0030】さらに、ボート27の下面に対向してその下に円板リング状の第三のヒータ15を配置している。この第三のヒータ15は、容器1の底板2の中央に気密に嵌め込んだ前記キャップ6の中に反応ガス排出口25を囲むように配置されている。さらにキャップ封止蓋23の内の前記第三のヒータ15の下には、断熱部材22

が充填されている。キャップ6の下面の開口部は、キャップ封止蓋23で気密に閉じられ、第三のヒータ15の端子14をこのキャップ封止蓋23から外部に気密に引き出し、電源に接続する。なお、図示はしていないが、キャップ6の内部を真空にするため、前記真空ポンプは、このキャップ6にも接続する。

【0031】図2は、ダストシールド18の周囲を囲む円筒状の第一のヒータ12の例を示す。この第一のヒータ12は、長尺な板状のヒータ部材31、このヒータ部材31の上端を接続するための接続ブロック32、この接続ブロック32を放射状に固定するための固定リング33及び一部の接続ブロック32に取り付けられる棒状の端子36とを有する。図示の例では、ヒータ部材31と接続ブロック32とが12個ずつ使用され、端子36が3本使用されている。ヒータ部材31と接続ブロック32の数は、ヒータ12の全体としての径の大きさ等に応じて任意に設定できる。

【0032】固定リング33は、 Al_2O_3 、BN、 Si_3N_4 等の耐熱性絶縁セラミックからなるリング状のものである。グラファイトやセラミック等で作られたネジ35により、固定リング33の外周側に12個の接続ブロック32を等角度間隔で放射状に固定するもので、そのためのネジ孔を有している。

【0033】接続ブロック32は、後述するヒータ部材31と同材質のグラファイトからなるもので、個々の接続ブロック32は、平面形状が五角形を呈している。その幅は、円を12等分した幅よりやや狭い。接続ブロック32の少なくとも3個には、その先端側の上面に、電極36の下端が固定される。また、接続ブロック32の少なくとも3個には、電極36より径の大きな通孔46が設けられている。

【0034】ヒータ部材31は、中央にスリット42を有する長尺なグラファイト板からなっている。すなわち、このヒータ部材31は、上端から下端近くまでスリット42を入れ、事実上U字形に連なった長尺板状のグラファイト板である。その上端には、ネジを通す通孔41が設けられている。

【0035】図示のヒータ部材31の下端側は、その厚さ方向にトリミングされ、これによりヒータ部材31の下端側の断面積が一部小さくなっている。このトリミングにより、ヒータ部材31の下端側の断面積が一部小さくなるため、単位面積当たりの電流密度がその分だけ大きくなり、電気抵抗が増大し、ヒータ部材31の下端部の発熱量を増大させることができる。

【0036】接続ブロック32は、固定リング33の外周側に等角度間隔で配列され、この状態で接続ブロック32の基端側が固定リング33にネジ35で固定される。この状態では、接続ブロック32が円周方向に間隔を置いた状態で固定リング33の外周に放射状に配列される。

【0037】なお、電極36を取り付ける接続ブロック32が3つおきに配置される。そしてこれらの接続ブロック32に電極36の下端が固定され、立設される。また、通孔46を有する接続ブロック32も3つおきに配置され、電極36を有する接続ブロック32と通孔46を有する接続ブロック32との間に1つずつの接続ブロック32が配置される。

【0038】接続ブロック32の先端面には、前記ヒータ部材31の上端を固定し、隣接するヒータ部材31を接続ブロック32を介して順次接続する。すなわち、ヒータ部材31のスリット42の両側の一対の上端を隣接する接続ブロック32の先端面に当て、ヒータ部材31の一対の上端を隣接する接続ブロック32の先端面にそれぞれネジ34で固定する。これにより、前記ヒータ部材31を円筒状に配列すると共に、これらヒータ部材31を接続ブロック32を介して閉じたループ状に直列に接続する。

【0039】このようにして組み立てられたヒータ12は、図1に示すようにして容器1とダストシールド18との間に挿入され、ダストシールド18の周囲を囲むように配置される。電極36は、容器1の蓋体26に対して絶縁部材を介して絶縁された状態で容器1の外部に気密に引き出し、電源に接続する。互いに離れた3つの接続部材32に前記の電極36を、を設けることにより、閉じたループ状に接続されたヒータ部材31の3カ所設けた電極36を介して電源を接続することになる。これにより、トライアングル状の三相結線ヒータを構成することができ、三相電源からヒータに電力を供給することが可能となる。

【0040】図3と図4は、ダストシールド18の上面に対向させた第二のヒータ13を示している。これらの図に示すように、第二のヒータ13は、グラファイトからなるヒータ部材51からなり、このヒータ部材51は、中央にセンターホール52を有するドーナツ円板状のものである。このヒータ部材51は、そのセンターホール52の周囲の部分が厚く、外周部分にわたって次第に薄くなるような勾配を有している。

【0041】ヒータ部材51の内周と外周から円周方向に交互に放射状にスリット53、54が形成され、これによりヒータ部材51は、その円周方向に向けて蛇行するように連続している。従って、グラファイト製の成形体であるヒータ部材51を閉じたサークル状に接続することができる。そして、ヒータ部材51の外周部の120°ずつはなれた3点には、部分的に平面の電極取付部55が形成され、ここに棒状のグラファイトからなる電極56が立設されている。

【0042】前記電極56は、前述した第一のヒータ12の接続ブロック32の通孔46を非接触で貫通し、さらに容器1の蓋体26に対して絶縁部材を介して絶縁された状態で容器1の外部に気密に引き出し、電源に接続

する。前記の電極56は、閉じたループ状に接続されたヒータ部材51の3カ所に等間隔で設けられているため、トライアングル状の三相結線ヒータを構成することができ、三相電源からヒータに電力を供給することが可能となる。

【0043】このようなヒータ部材51の形状では、ヒータ部材51の内周側に比べて外周側のスリット53、54の間の幅が広がる。その分だけヒータ部材51の内周側より外周側の厚さを薄くすることにより、ヒータ部材51の内周側と外周側との電流の流れと直交する断面の面積を概ね均等に調整し、発熱量のばらつきを解消することができる。

【0044】図5と図6は、ボート27の下面に対向させた第三のヒータ15を示している。これらの図に示すように、第三のヒータ15は、グラファイトからなるヒータ部材61からなり、このヒータ部材61は、中央にセンターホール62を有するドーナツ円板状のものである。

【0045】ヒータ部材61の内周と外周から円周方向に交互に放射状にスリット63、64が形成され、これによりヒータ部材61は、その円周方向に向けて蛇行するように連続している。従って、グラファイト製の成形体であるヒータ部材61を閉じたサークル状に接続することができる。そして、ヒータ部材61の外周部の120°ずつはなれた3点には、棒状のグラファイトからなる電極66が下方に向けて立設されている。

【0046】前記電極66は、絶縁状態でキャップ封止蓋23の外側に気密に引き出し、電源に接続する。前記の電極66は、閉じたループ状に接続されたヒータ部材61の3カ所に等間隔で設けられているため、トライアングル状の三相結線ヒータを構成することができ、三相電源からヒータに電力を供給することが可能となる。

【0047】なお、図示の第三のヒータ15のヒータ部材61は、全体に同じ厚さであるが、前記第二のヒータ13のように、そのセンターホール62の周囲の部分が厚く、外周部分にわたって次第に薄くなるような勾配を形成してもよい。このようなヒータ部材61の形状では、ヒータ部材61の内周側に比べて外周側のスリット63、64の間の幅が広がる。その分だけヒータ部材61の内周側より外周側の厚さを薄くすることにより、ヒータ部材61の内周側と外周側との電流の流れと直交する断面の面積を概ね均等に調整し、発熱量のばらつきを解消することができる。

【0048】容器1の内側、具体的には容器1の周壁4及び蓋体16の内側であって、前記第一と第二のヒータ12、13の外側に、グラファイト等の第一の断熱部材10が挿入されている。この第一の断熱部材10は、容器1の内部に固定されている。この第一の断熱部材10は、ダストシールド18の周囲を覆う部分が無く、その部分が開いている。この断熱部材10は、赤外線を反射

する反射部材に代えることができ、また前記のような断熱部材10の内面に反射面を形成してもよい。

【0049】さらに、この第一の断熱部材10の周壁部分の外側に、同第一の断熱部材10と同様の材質からなる円筒形の第二の断熱部材7が配置されている。この第二の断熱部材7は、容器1の外部からの遠隔操作により、上下に移動出来るように設けられている。

【0050】また、図示の縦型加熱装置では、容器1の蓋体16の外周部分に、円筒形の内部空間を有する断熱部材収納部17を立ち上げている。図1に実線で示すように、第二の断熱部材7が下方にあるときは、この第二の断熱部材7がダストシールド18の周囲を完全に覆う。他方、図1に二点差線で示すように、第二の断熱部材7を上方に移動させたとき、この第二の断熱部材7は前記断熱部材収納部17内に収納される。この状態では、第二の断熱部材7がダストシールド18の周囲から完全に待避せられる。従って、断熱部材7の移動ストロークが大きくとれ、それだけ断熱部材7、10の開口率を大きくとることができる。特に、第一の断熱部材10のダストシールド18の周囲を覆う部分が無く、開いているので、ダストシールド18の周囲部分の断熱部材7、10の開口率をほぼ100%とすることができる。

【0051】なお、断熱部材収納部17は、容器1の底板2側に設けてもよく、この場合は、第二の断熱部材7を下方に移動させて断熱部材収納部17内に収納する。また、断熱部材収納部17は、容器1の蓋体16と底板2の双方側に設けてもよい。この場合は、第二の断熱部材7を上下に分け、それぞれ上方と下方に移動させて断熱部材収納部17内に収納する。

【0052】このような構造を有する縦型加熱装置では、容器1の内部に配置された第一、第二及び第三のヒータ12、13、15でボート27をそれぞれその周囲と上下から加熱し、ボート27に装填された加熱物を加熱処理する。このとき、図1に実鎖線で示すように、第二の断熱部材7を下方に移動させた状態で加熱する。こうすることにより、ダストシールド18の周囲が、2つの断熱部材7、10で完全に囲まれるので、高い断熱性が得られる。これにより、ヒータ12、13、15によるボート27の加熱を効率よく行うことができ、ボート27に装填された加熱物の昇温速度を速く、且つ加熱物の円周方向の温度分布の均一性を保って加熱することが可能となる。

【0053】さらに、加熱物の加熱処理が終わり、ヒータ12、13、15の発熱を停止したとき、図1に二点鎖線で示すように、第二の断熱部材7を下方に移動させ、断熱部材収納部17内に収納する。これにより、ダストシールド18の周囲の部分の断熱部材7、10が完全に開き、ダストシールド18の内側から輻射熱が容器1の周壁4側に放射され、同周壁4に吸収される。周壁4に吸収された熱は、冷却パイプ20を通して送られて

くる冷却水に吸収され、循環する冷却水により搬送される。これにより、加熱処理後のダストシールド18内の降温速度を早くすることができ、ダストシールド18内を短時間で常温に戻すことができる。

【0054】図7は、図1に示すような縦型加熱装置の試験機を使用し、加熱試験を行った結果である。加熱経過時間(分)を横軸に、ポート27に加熱物として黒鉛のダミーウエハを装填し、その1、10、30、50、70、90、110、130、150段目のダミーウエハの5カ所の平均温度 T ($^{\circ}\text{C}$)を縦軸に示した。

【0055】容器1はA1製とし、その高さは1204mm、直径500mmとした。アウターチューブ9はSiC製とし、その高さは970mm、直径302mmとした。第一のヒータ12は、高さ1002mm、幅85.2mm、スリット幅8mm、厚さ5mmのグラファイト製長尺板状の12枚のヒータ部材31を、直径360mmの円筒形配列とした。第二のヒータ13は、グラファイト製とし、その外径300mm、内径60mm、中央部厚さは23mm、周辺部厚さは5mmとした。

【0056】高さ900mm、直径266mmのSiC製のインナーチューブ8の中にポート27を配置し、このポート27に上下ピッチ5.2mmで8インチのダミーウエハを150枚装填した。ダストシールド18の外側を $1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ に減圧した状態で、前記第一、第二及び第三のヒータ12、13、15に三相交流を流し、加熱しながら前記の段数の各ダミーウエハの中心と周囲4カ所の合計5カ所の温度を測定し、それらの平均を図7に示している。

【0057】図7では、前記ヒータ12、13、15にそれぞれ合計で毎時3.3kW、4.2kW、5.9kW、6.6kW、8.8kWの電力を供給し、加熱開始から10分以上経過し、温度が定常状態に達したときの測定結果を示している。それぞれ、600.5 $^{\circ}\text{C}$ 、700.6 $^{\circ}\text{C}$ 、801.0 $^{\circ}\text{C}$ 、900.7 $^{\circ}\text{C}$ 、1001.5 $^{\circ}\text{C}$ の温度で定常状態に達している。

【0058】図7に示すように、1段目のダミーウエハの面内温度のばらつきは $\pm 0.6^{\circ}\text{C} \sim 0.8^{\circ}\text{C}$ であり、それぞれの平均温度に対し、 $\pm 0.08\% \sim \pm 0.12\%$ である。130段目のダミーウエハの面内温度のばらつきは何れも $\pm 0.3^{\circ}\text{C} \sim \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ であり、それぞれの平均温度に対し、 $\pm 0.04\% \sim \pm 0.11\%$ である。

【0059】段方向の温度分布は、1段目から150段目まで、 $\pm 0.6^{\circ}\text{C} \sim \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ であり、それぞれの平均温度に対し、 $\pm 0.075\% \sim \pm 0.17\%$ である。このように、150段の全段にわたってダミーウエハが極めて均一な温度で加熱されていることが分かる。

【0060】図8は、図1に示すような縦型加熱装置の試験機を使用し、第三のヒータ15を発熱させずに加熱試験を行った結果である。すなわち、第一と第二のヒータ

12、13にそれぞれ合計で毎時3kW、3.8kW、5.5kW、6kW、8kWの電力を供給し、加熱開始から10分以上経過し、温度が定常状態に達したときの測定結果を示している。第一段目のダミーウエハは、前述の加熱試験とほぼ同じ温度で定常状態に達している。

【0061】図8に示すように、第1段から第70段目までのダミーウエハは、面内温度分布及び段方向温度分布共に、概ね均等な温度を維持している。しかし、それ以降のダミーウエハの温度は、第1段から第70段目までのダミーウエハに比べて、温度が急激に低下している。最下段の150段目のダミーウエハの温度は、第1段から第70段目までのダミーウエハの温度より約20 $^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{C}$ 以上低下している。従って、実際の半導体ウエハの熱処理において、第70段目以降の半導体ウエハは、熱処理に必要な所要の温度が得られず、熱処理が不完全にならざるを得ない。そのため、歩留まりが低下するのを避けられない。

【0062】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明による縦型加熱装置では、ポートの多くの段で半導体ウエハを、面方向及び段方向の双方において均一な温度に加熱することができる。従ってダミーの半導体ウエハを使用せずに、換言すると、必要以上に高いポート27を使用せずに、半導体ウエハを加熱処理することが可能な縦型加熱装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による縦型加熱装置の例を示す概略縦断側面図である。

【図2】同縦型加熱装置に使用される円筒形ヒータの一例を示す斜視図である。

【図3】同縦型加熱装置に使用される円板形ヒータの一例を示す平面図である。

【図4】図3のA-A線縦断側面図である。

【図5】同縦型加熱装置に使用される円板形ヒータの一例を示す平面図である。

【図6】図5のB-B線縦断側面図である。

【図7】本発明による縦型加熱装置の例により加熱試験を行った結果としてポートの段数と加熱温度との関係を示すグラフである。

【図8】本発明による縦型加熱装置の例により第三のヒータを発熱させずに加熱試験を行った結果としてポートの段数と加熱温度との関係を示すグラフである。

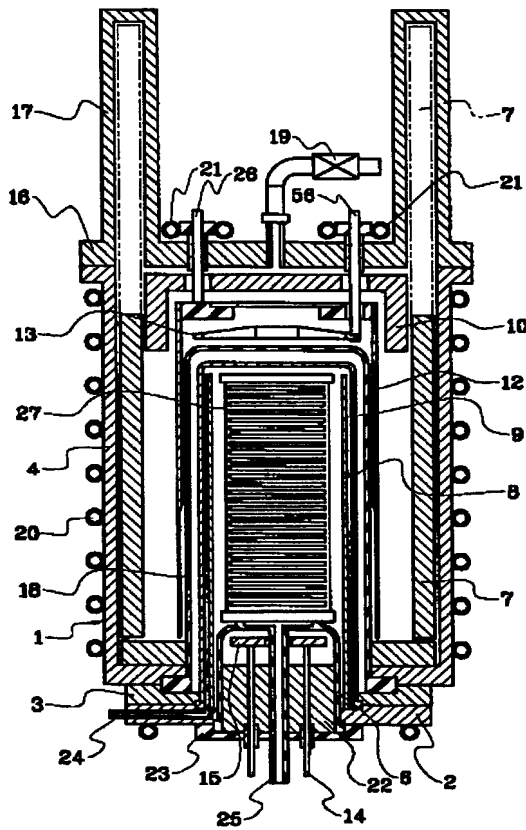
【符号の説明】

- 1 容器
- 8 インナーチューブ
- 9 アウターチューブ
- 12 第一のヒータ
- 13 第二のヒータ
- 15 第三のヒータ

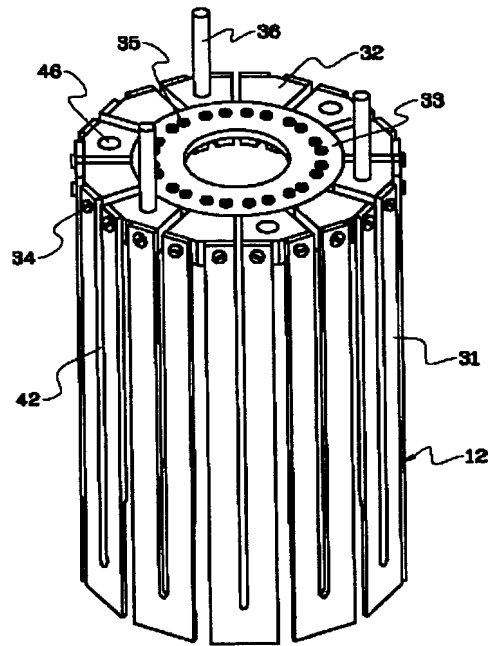
- 31 第一のヒータのヒータ部材
36 第一のヒータの電極
51 第二のヒータのヒータ部材
53 第二のヒータのスリット
54 第二のヒータのスリット

- 56 第二のヒータの端子
61 第三のヒータのヒータ部材
63 第三のヒータのスリット
64 第三のヒータのスリット
66 第三のヒータの端子

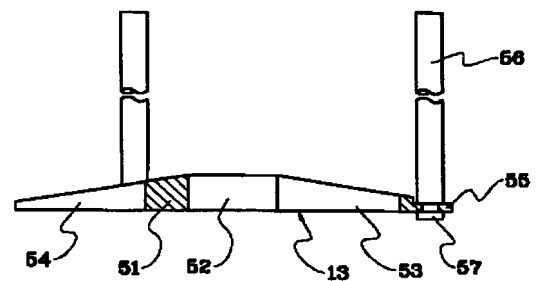
【図1】



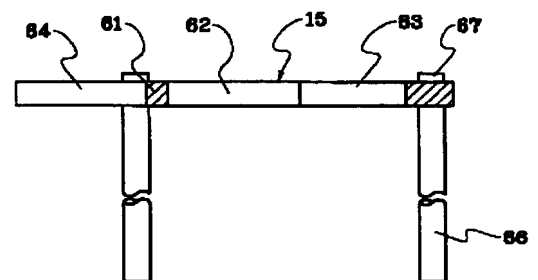
【図2】



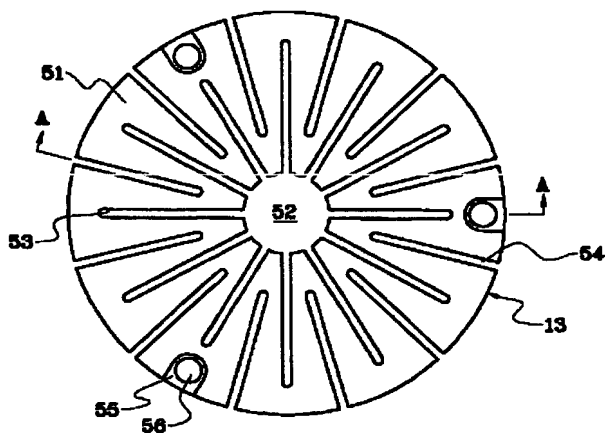
【図4】



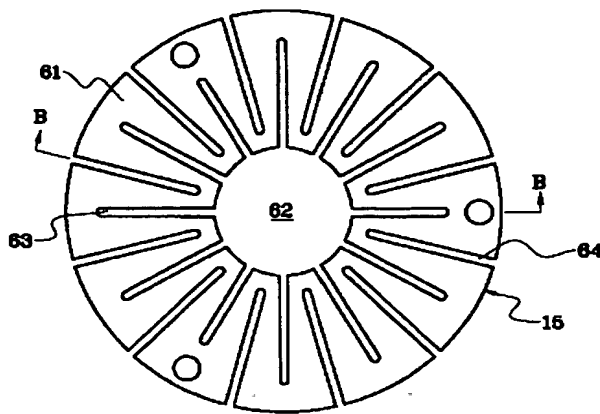
【図6】



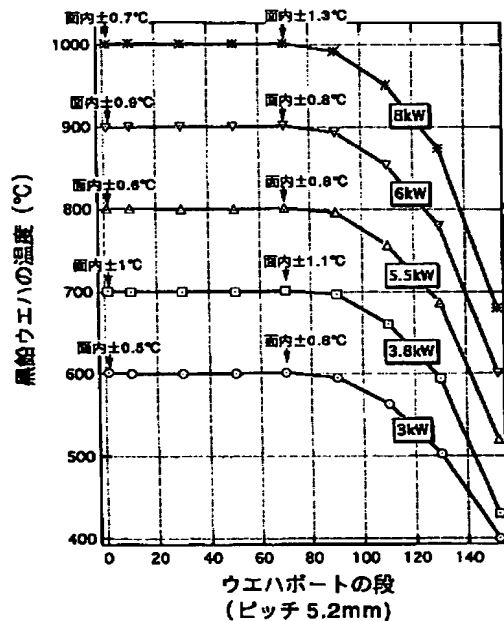
【図3】



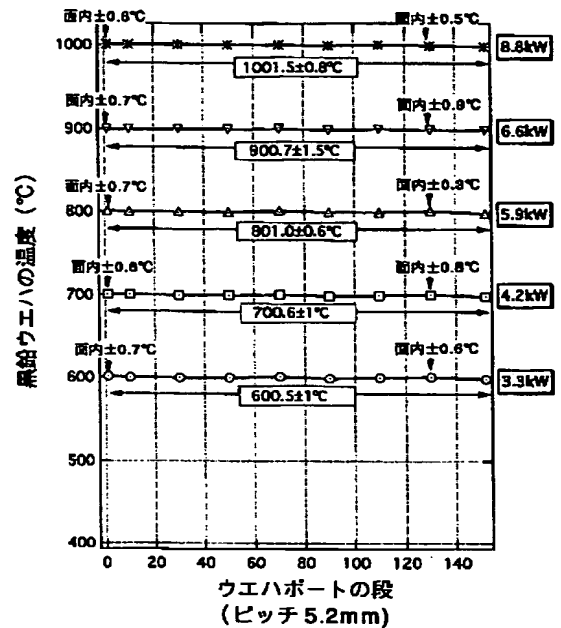
【図5】



【図8】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成12年7月11日(2000. 7. 11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱処理される加熱物が収納される空間

を周囲から囲むように立設された円筒形の化学的及び熱的に安定した材料からなるチューブ(8)、(9)と、このチューブ(8)、(9)の内部を加熱するヒータ(12)、(13)、(15)とを有する縦型加熱装置において、前記ヒータ(12)、(13)、(15)は、加熱物の周囲を円筒状に囲んで配置した第一のヒータ(12)と、加熱物の上に対向して配置した第二のヒータ(13)と、加熱物の下に対向して配置した第三のヒータ(15)からなり、前記加熱物の周囲にある第一

のヒータ(12)は、長尺板状のU字形に連なったヒータ部材(31)が加熱物の周囲に並べて上端から吊り下げられた状態で複数本配置され、且つ閉じたサークル状に順次直列に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の縦型加熱装置。

【請求項2】 前記加熱物の周囲にある第一のヒータ(12)は、互いに離れた3つの位置に設けた電極(36)により、三相結線されていることを特徴とする請求項1に記載の縦型加熱装置。

【請求項3】 前記加熱物の上に対向するよう配置した第二のヒータ(13)は、円板形のヒータ部材(51)の内周と外周から円周方向に交互に放射状にスリット(53)、(54)を入れてリング状に連続していることを特徴とする請求項1または2に記載の縦型加熱装置。

【請求項4】 前記加熱物の上に配置した第二のヒータ(13)は、互いに離れた3つの位置に設けた電極(56)により、三相結線されていることを特徴とする請求項3に記載の縦型加熱装置。

【請求項5】 加熱物の上に配置した第二のヒータ(13)は、内周から外周に向かってその断面を薄くすることによって電気抵抗が均一化されていることを特徴とする請求項3または4に記載の縦型加熱装置。

【請求項6】 前記加熱物の下に配置した第三のヒータ(15)は、円板形のヒータ部材(61)の内周と外周から円周方向に交互に放射状にスリット(63)、(64)を入れてリング状に連続していることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の縦型加熱装置。

【請求項7】 前記加熱物の下に対向するよう配置した第三のヒータ(15)は、互いに離れた3つの位置に設けた電極(66)により、三相結線されていることを特徴とする請求項5または6に記載の縦型加熱装置。

【請求項8】 前記加熱物の下に対向するよう配置した第三のヒータ(15)は、チューブ(8)、(9)の下端を封止し、加熱物側を有する空間と気密に仕切られたキャップ(6)の内部に収納されていることを特徴とする請求項1～7の何れかに記載の縦型加熱装置。

【請求項9】 キャップ(6)の内部には、そこに収納された第三のヒータ(15)を外部に対して断熱する断熱部材(22)が収納されていることを特徴とする請求項8に記載の縦型加熱装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】本発明による縦型加熱装置は、加熱処理される加熱物が収納される空間を周囲から囲む化学的及び熱的に安定した材料からなるチューブ8、9と、このチューブ8、9の内部を加熱するヒータ12、13、15とを有する。ここで、前記ヒータ12、13、15は、加熱物の周囲を円筒状に囲んで配置した第一のヒータ12と、加熱物の上に対向して配置した第二のヒータ13と、加熱物の下に対向して配置した第三のヒータ15からなる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】前記加熱物の外周面を囲む第一のヒータ12は、長尺板状のU字形に連なったヒータ部材31が加熱物の周囲に並べて吊り下げられた状態で複数本配置され、且つ閉じたサークル状に順次直列に接続されている。このような円筒形のヒータ12は、グラファイトヒータの成形体により、ヒータ部材31を閉じたサークル状に接続することができる。そして、このヒータ部材31を接続する結線回路の離れた3つの位置に電極36を設けることにより、トライアングル状の三相結線ヒータを構成することができ、安価な商用三相電源からヒータ12に電力を供給することが可能となる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正内容】

【0038】接続ブロック32の先端面には、前記ヒータ部材31の上端を固定し、ヒータ部材31を接続ブロック32から上端から吊り下げると共に、隣接するヒータ部材31を接続ブロック32を介して順次接続する。すなわち、ヒータ部材31のスリット42の両側の一対の上端を隣接する接続ブロック32の先端面に当て、ヒータ部材31の一対の上端を隣接する接続ブロック32の先端面にそれぞれネジ34で固定する。これにより、前記ヒータ部材31を円筒状に配列すると共に、これらヒータ部材31を接続ブロック32を介して閉じたループ状に直列に接続する。

フロントページの続き

(72)発明者 三浦 邦明
茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助
川電気工業株式会社内

Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 KA04 KA23 KA45
5F045 AA03 AA20 BB01 DP19 DQ05
EB02 EB03 EK06 EK08 EK22

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)